

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.**

日本国特許庁
PATENT OFFICE
JAPANESE GOVERNMENT

1033 U.S. PRO
09/818743
03/27/01

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日

Date of Application:

2000年 3月27日

出願番号

Application Number:

特願2000-086607

出願人

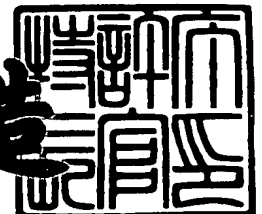
Applicant (s):

セイコーエプソン株式会社

2001年 2月16日

特許庁長官
Commissioner,
Patent Office

及川耕造



出証番号 出証特2001-3007418

【書類名】 特許願

【整理番号】 EP-0233901

【提出日】 平成12年 3月27日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H01L 21/3205

【発明者】

 【住所又は居所】 長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内

 【氏名】 松本 和己

【発明者】

 【住所又は居所】 長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内

 【氏名】 両角 幸男

【発明者】

 【住所又は居所】 長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内

 【氏名】 朝比奈 通雄

【特許出願人】

 【識別番号】 000002369

 【氏名又は名称】 セイコーエプソン株式会社

【代理人】

 【識別番号】 100090479

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 井上 一

 【電話番号】 03-5397-0891

【選任した代理人】

 【識別番号】 100090387

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 布施 行夫

【電話番号】 03-5397-0891

【選任した代理人】

【識別番号】 100090398

【弁理士】

【氏名又は名称】 大淵 美千栄

【電話番号】 03-5397-0891

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 039491

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9402500

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 半導体装置およびその製造方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 層間絶縁層上にパッド部を有し、

前記層間絶縁層は、シリコン化合物と過酸化水素との重縮合反応によって形成された第 1 のシリコン酸化層と、前記第 1 のシリコン酸化層の上に形成され、不純物を含有する第 2 のシリコン酸化層と、を含み、

前記パッド部は、ウェットング層と金属配線層とを含む、半導体装置。

【請求項 2】 請求項 1 において、

前記第 2 のシリコン酸化層に含まれる前記不純物はリンである半導体装置。

【請求項 3】 請求項 1 または 2 において、

前記金属配線層は、アルミニウムまたはアルミニウム合金である、半導体装置

【請求項 4】 請求項 1 ～ 3 のいずれかにおいて、

前記ウェットング層は、チタン、コバルト、ジルコニウム、シリコンおよびニオブから選択される材料から構成される、半導体装置。

【請求項 5】 請求項 1 ～ 4 のいずれかにおいて、

前記金属配線層は、前記ウェットング層と接する合金層を有し、該合金層は、前記ウェットング層を構成する物質と前記金属配線層を構成する物質とを含む、半導体装置。

【請求項 6】 請求項 5 において、

前記合金層は、前記ウェットング層の膜厚に対して 2 ～ 3 倍の膜厚を有する、半導体装置。

【請求項 7】 請求項 1 ～ 6 のいずれかにおいて、

前記パッド部は、バリア機能を有する窒化物層を有さない、半導体装置。

【請求項 8】 以下の工程 (a) ～ (d) を含む、半導体装置の製造方法。

(a) 層間絶縁層を形成する工程であって、該工程は、

(a) - 1 : シリコン化合物と過酸化水素とを化学気相成長法によって反応さ

せて第 1 のシリコン酸化層を形成する工程と、

(a) - 2 : シリコン化合物、酸素および酸素を含む化合物の少なくとも 1 種、および不純物を含む化合物を化学気相成長法によって反応させて、多孔性の第 2 のシリコン酸化層を形成する工程とを含み、

(b) 前記層間絶縁層上にウェットング層を形成する工程、

(c) 前記ウェットング層上に金属配線層を形成する工程、および

(d) 前記ウェットング層および前記金属配線層をパターニングしてパッド部を形成する工程。

【請求項 9】 請求項 8 において、

前記工程 (a) の後に、600～850℃の温度でアニール処理を行う工程を含む、半導体装置の製造方法。

【請求項 10】 請求項 8 または 9 において、

前記工程 (a) - 1 で用いられるシリコン化合物は、モノシラン、ジシラン、 SiH_2Cl_2 、 SiF_4 などの無機シラン化合物、および CH_3SiH_3 、トリプロピルシラン、テトラエトキシシランなどの有機シラン化合物から選択される少なくとも 1 種である、半導体装置の製造方法。

【請求項 11】 請求項 8～10 のいずれかにおいて、

前記工程 (a) - 1 は、前記シリコン化合物が無機シラン化合物であって、0～20℃の温度条件下で減圧化学気相成長法によって行われる、半導体装置の製造方法。

【請求項 12】 請求項 8～10 のいずれかにおいて、

前記工程 (a) - 1 は、前記シリコン化合物が有機シラン化合物であって、100～150℃の温度条件下で減圧化学気相成長法によって行われる、半導体装置の製造方法。

【請求項 13】 請求項 8～12 のいずれかにおいて、

前記工程 (a) - 2 は、300～450℃の温度条件下でプラズマ化学気相成長法によって行われる、半導体装置の製造方法。

【請求項 14】 請求項 13 において、

前記工程 (a) - 2 で用いられる前記酸素を含む化合物は、一酸化二窒素であ

る、半導体装置の製造方法。

【請求項 1 5】 請求項 8 ～ 1 2 のいずれかにおいて、
前記工程 (a) - 2 は、3 0 0 ～ 5 5 0 ℃の温度条件下で常圧化学気相成長法
によって行われる、半導体装置の製造方法。

【請求項 1 6】 請求項 1 5 において、
前記工程 (a) - 2 で用いられる前記酸素を含む化合物はオゾンである、半導
体装置の製造方法。

【請求項 1 7】 請求項 8 ～ 1 6 のいずれかにおいて、
前記工程 (a) - 2 で、前記第 2 のシリコン酸化層を成膜する前に、前記第 1
のシリコン酸化層をオゾン雰囲気中にさらす、半導体装置の製造方法。

【請求項 1 8】 請求項 8 ～ 1 7 のいずれかにおいて、
前記工程 (a) - 2 において用いられる不純物は、リンである、半導体装置の
製造方法。

【請求項 1 9】 請求項 8 ～ 1 8 のいずれかにおいて、
前記金属配線層は、2 0 0 ℃以下の温度で、アルミニウムあるいはアルミニウ
ムを主成分とする合金からなる第 1 のアルミニウム層を形成し、その後、3 0 0
℃以上の温度で、アルミニウムあるいはアルミニウムを主成分とする合金からな
る第 2 のアルミニウム層を形成する半導体装置の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】

本発明は、半導体装置およびその製造方法に関し、特に、パッド部（外部接続
用電極）の構造に特徴を有する半導体装置およびその製造方法に関する。

【0 0 0 2】

【背景技術】

図 5 は、従来のボンディングパッド部の一例を示す断面図である。この例では
、P B S G からなる最上の層間絶縁層 1 2 0 上の所定領域にパッド部 1 3 0 が形
成されている。パッド部 1 3 0 は、チタン層 1 3 2、窒化チタン層 1 3 4 および
アルミニウム合金層 1 3 6 から構成されている。層間絶縁層 1 2 0 およびパッド

部 1 3 0 の表面にはパシベーション層 1 4 0 が形成されている。そして、パシベーション層 1 4 0 には、ボンディング領域を構成するための開口部 1 4 2 が形成されている。この開口部 1 4 2 において、例えばワイヤ 1 5 0 によるボンディングが行われる。

【 0 0 0 3 】

このようなボンディングパッド構造は、第 1 層目の配線層と同じ工程で形成することができる。具体的には、最上の層間絶縁層 1 2 0 は、第 1 層目の層間絶縁層と同じ工程で成膜される。また、パッド部 1 3 0 を構成するチタン層 1 3 2 および窒化チタン層 1 3 4 は、半導体基板に形成された不純物拡散層と第 1 層目の層間絶縁層に形成されたコンタクト部との間に形成されるバリア層と同じ工程で成膜される。さらに、アルミニウム合金層 1 3 6 は、コンタクト部および第 1 層目の配線層と同じ工程で成膜される。

【 0 0 0 4 】

【発明が解決しようとする課題】

図 5 に示すボンディングパッド構造においては、ボンディングワイヤ 1 5 0 などパッド部 1 3 0 にボンディングする際に、パッド部 1 3 0 と層間絶縁層 1 2 0 との界面近傍で剥離を生ずることがある。このような剥離は、チタン層 1 3 2 と層間絶縁層 1 2 0 との界面近傍において、酸化チタンなどの脆弱な層が形成され、層間絶縁層 1 2 0 とチタン層 1 3 2 との密着性が低下することによると考えられる。

【 0 0 0 5 】

本発明の目的は、層間絶縁層との密着性が優れたパッド部を有する半導体装置およびその製造方法を提供することにある。

【 0 0 0 6 】

【課題を解決するための手段】

本発明に係る半導体装置は、
層間絶縁層上にパッド部を有し、

前記層間絶縁層は、シリコン化合物と過酸化水素との重縮合反応によって形成された第 1 のシリコン酸化層と、前記第 1 のシリコン酸化層の上に形成され、不

純物を含有する第2のシリコン酸化層と、を含み、

前記パッド部は、ウェットング層と金属配線層と含む。

【 0 0 0 7 】

この半導体装置によれば、パッド部の下の層間絶縁層が、シリコン化合物と過酸化水素との重縮合反応によって形成された第1のシリコン酸化層と、前記第1のシリコン酸化層の上に形成され、不純物を含有する第2のシリコン酸化層と、を含むことにより、前記層間絶縁層の表面のラフネスを大きくすることができる。その結果、前記層間絶縁層と前記パッド部との密着性を飛躍的に高めることができ、ボンディング時におけるパッド部の剥離などの問題の発生を確実に防止することができる。

【 0 0 0 8 】

本発明に係る半導体装置においては、以下の態様をとることが望ましい。

【 0 0 0 9 】

(1) 前記金属配線層は、前記ウェットング層と接する合金層を有し、該合金層は、前記ウェットング層を構成する物質と前記金属配線層を構成する物質とを含むことが望ましい。前記合金層は、その膜厚が前記ウェットング層の膜厚に対して2～3倍であることが望ましい。たとえば、ウェットング層の膜厚が15～80nmである場合には、合金層の膜厚は15～240nmである。この合金層が存在することによって、前記層間絶縁層側に供給される前記ウェットング層の構成物質の量を相対的に減らすことができる。その結果、ウェットング層の構成物質と層間絶縁層の構成物質との反応物、たとえば酸化チタンからなる脆弱な層の形成を抑制することができ、前記パッド部の前記層間絶縁層に対する密着性を高めることができる。

【 0 0 1 0 】

(2) 前記パッド部は、バリア機能を有する窒化物層、たとえば窒化チタン層を有さないことが望ましい。窒化物層を有さないことにより、ウェットング層を構成する物質と金属配線層を構成する物質との反応が阻害されずに、両者の反応層（前記合金層）が形成されやすくなる。

【 0 0 1 1 】

本発明に係る半導体装置の製造方法は、以下の工程（a）～（d）を含むことができる。

【0012】

（a）層間絶縁層を形成する工程であって、該工程は、

（a）-1：シリコン化合物と過酸化水素とを化学気相成長法によって反応させて第1のシリコン酸化層を形成する工程と、

（a）-2：シリコン化合物、酸素および酸素を含む化合物の少なくとも1種、および不純物を含む化合物を化学気相成長法によって反応させて多孔性の第2のシリコン酸化層を形成する工程と、を含み、

（b）前記層間絶縁層上にウェットング層を形成する工程、

（c）前記ウェットング層上に金属配線層を形成する工程、および

（d）前記ウェットング層および前記金属配線層をパターンニングしてパッド部を形成する工程。

【0013】

この半導体装置の製造方法によれば、工程（a）によって、前記ウェットング層との密着性に優れた層間絶縁層を形成できる。

【0014】

以下、主な工程について詳細に述べる。

【0015】

工程（a）-1において、シリコン化合物と過酸化水素とを化学気相成長法によって反応させて第1の酸化シリコン層を形成することにより、平坦性の優れた層を形成することができる。すなわち、この工程（a）-1で形成される酸化シリコン層は、それ自体で高い流動性を有し、優れた自己平坦化特性を有する。そのメカニズムは、シリコン化合物と過酸化水素とを化学気相成長法によって反応させると、気相中においてシラノールが形成され、このシラノールがウエハ表面に堆積することにより流動性のよい層が形成されることによると考えられる。

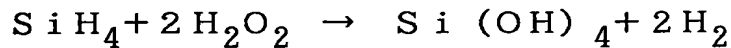
【0016】

例えば、シリコン化合物としてモノシランを用いた場合には、下記式（1）、

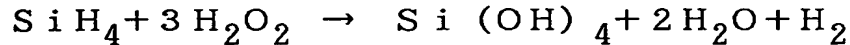
（1）'などで示される反応でシラノールが形成される。

【0017】

式 (1)



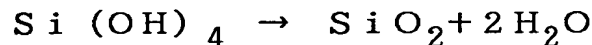
式 (1)'



そして、式 (1), (1)' で形成されたシラノールは、下記式 (2) で示される重縮合反応で水が脱離することにより、シリコン酸化物となる。

【0018】

式 (2)



前記シリコン化合物としては、例えばモノシラン、ジシラン、 SiH_2Cl_2 、 SiF_4 、 CH_3SiH_3 などの無機シラン化合物、およびトリプロピルシラン、テトラエトキシシランなどの有機シラン化合物などを例示することができる。

【0019】

また、前記工程 (a) - 1 の成膜工程は、前記シリコン化合物が無機シリコン化合物の場合には、0 ~ 20℃の温度条件下で、前記シリコン化合物が有機シリコン化合物の場合には、100 ~ 150℃の温度条件下で、減圧化学気相成長法によって行われることが望ましい。この成膜工程で、温度が前記上限値より高いと、前記式 (2) の重縮合反応が進みすぎることにより、酸化シリコン層の流動性が低くなり、良好な平坦性が得られにくい。また、温度が前記下限値より低いと、チャンバー内での分解水分の吸着およびチャンバー外での結露が発生し、成膜装置のコントロールが困難となる不都合がある。

【0020】

第1の酸化シリコン層の膜厚は特に限定されないが、好ましくは300 ~ 1000 nmである。第1の酸化シリコン層の膜厚が前記上限値を超えると、層自体のストレスでクラックを生ずることがある。

【0021】

前記工程 (a) - 2 で、シリコン化合物、酸素および酸素を含む化合物の少なくとも1種、および不純物を含む化合物を化学気相成長法によって反応させて、

前記第 1 のシリコン酸化層の上に多孔性の第 2 のシリコン酸化層を形成する。

【 0 0 2 2 】

この第 2 の酸化シリコン層は、微視的に表面のラフネス（界面ラフネス）が大きく、ウェットング層との接触面積を大きくできる。その結果、層間絶縁層とウェットング層との密着性を高めることができる。

【 0 0 2 3 】

さらに、第 2 のシリコン酸化層は、キャップ層として機能するだけでなく、多孔性であって、後のアニール処理において、第 1 のシリコン酸化層から発生するガス成分を徐々に外部に放出できる。さらに、この第 2 のシリコン酸化層は、多孔性であることに加え、該層にリン、ボロンなどの不純物、好ましくはリンを添加することにより、該層を構成するシリコン酸化物の Si-O 分子間結合力を弱めることで該層の応力を緩和することができ、いわば適度に柔らかく更に割れにくい層を構成できる。また、前記第 2 のシリコン酸化層に含まれるリンなどの不純物がアルカリイオンなどの、素子の信頼特性に悪影響を及ぼす可動イオンのゲッターとしての機能がある。第 2 のシリコン酸化層に含まれる不純物の濃度は、前述したゲッタリング機能や層の応力緩和の点を考慮すると、好ましくは 1 ～ 6 重量%である。

【 0 0 2 4 】

また、第 2 のシリコン酸化層は、100 ～ 600 MPa の圧縮ストレスを有しているため、第 1 のシリコン酸化層が重縮合する際に引張ストレスが増大してクラックが入るのを防止する機能がある。さらに、第 2 のシリコン酸化層は、第 1 のシリコン酸化層の吸湿を防止する機能も有する。

【 0 0 2 5 】

前記工程（a）- 2 は、300 ～ 450℃の温度条件下で、1MHz 以下の高周波によるプラズマ化学気相成長法によって行われることが望ましい。この温度条件で成膜を行うことにより、工程（a）の後のアニール工程で、ガス成分がアニール初期段階で抜けやすくなり、デバイスの信頼性が向上する。

【 0 0 2 6 】

また、前記工程（a）- 2 で用いられる、酸素を含む化合物は、一酸化二窒素

(N_2O)であることが望ましい。反応ガスとして一酸化二窒素を用いることにより、プラズマ状態の一酸化二窒素は第1のシリコン酸化層を構成するシリコン化合物の水素ボンド($-\text{H}$)と反応しやすいので、第2のシリコン酸化層を成膜中にも第1のシリコン酸化層のガス化成分(水素、水)の脱離を促進することができる。

【0027】

前記工程(a)-2は、プラズマ化学気相成長法の代わりに、300~550℃の温度条件下で常圧化学気相成長法によって行われてもよい。この場合、前記工程(a)-2で用いられる前記酸素を含む化合物はオゾンであることが望ましい。

【0028】

さらに、前記工程(a)-2で、前記第2のシリコン酸化層を成膜する前に、前記第1のシリコン酸化層をオゾン雰囲気中にさらすことが望ましい。この工程を経ることにより、オゾンが第1のシリコン酸化層を構成するシリコン化合物の水素ボンド($-\text{H}$)や水酸基($-\text{OH}$)と反応しやすいので、第1のシリコン酸化層中の水素や水の脱離を促進することができる。

【0029】

また、第2のシリコン酸化層の膜厚は、平坦性、クラックの防止の点を考慮すると、好ましくは100nm以上である。

【0030】

前記工程(a)の後に、600~850℃の温度でアニール処理を行うことが望ましい。このアニール処理により、前記工程(a)で形成された第1および第2のシリコン酸化層は緻密化され、絶縁性ならびに耐湿性が向上する。

【0031】

つまり、第1のシリコン酸化層についてみると、このアニール処理の初期において、前述した式(2)による重縮合反応が完了し、この反応に伴って生じる水や水素は第2のシリコン酸化層の孔を介して外部に放出され、第1のシリコン酸化層は、十分にガス化成分が除去された状態で緻密に形成される。また、第2のシリコン酸化層は、アニール処理によって、多孔質から緻密な層になる。

【 0 0 3 2 】

このアニール処理において、温度を 6 0 0 ℃ 以上とすることにより、第 1 および第 2 のシリコン酸化層を十分に緻密にすることができるとともに、例えば MOS 素子を構成するソース、ドレイン拡散層の不純物の活性化を十分に行うことができる。また、アニール温度を 8 5 0 ℃ 以下とすることにより、従来の B P S G 層で必要とされている温度よりも低い温度で層間絶縁層の平坦化が可能であるとともに、第 1 および第 2 のシリコン酸化層を十分に緻密化できる。また、アニール温度を 8 5 0 ℃ を越える温度で行うと、ソース、ドレイン拡散層が必要以上に拡大してパンチスルー等の問題を起こし、素子の微細化が困難となる。

【 0 0 3 3 】

第 1 のシリコン酸化層上に多孔性の第 2 のシリコン酸化層を形成しておくことにより、工程 (a) の後のアニール処理において、ウェハを 6 0 0 ~ 8 5 0 ℃ の温度下に直接置いた場合のように急激な温度変化があっても、前記第 2 のシリコン酸化層が適度な柔らかさを有し、第 1 のシリコン酸化層の応力を吸収できるので、該第 1 のシリコン酸化層にクラックを生じることなく、アニール処理を行うことができる。

【 0 0 3 4 】

前記工程 (a) の後におけるアニール処理は、第 1 のシリコン酸化層にクラックが生ずることをより確実に防止するために、連続的もしくは断続的に温度を上昇させるランピングアニールによって行われることが望ましい。

【 0 0 3 5 】

また、前記金属配線層は、まず、2 0 0 ℃ 以下の温度で、アルミニウムあるいはアルミニウムを主成分とする合金からなる第 1 のアルミニウム層を形成し、その後、3 0 0 ℃ 以上、好ましくは 4 2 0 ~ 4 6 0 ℃ の温度で、アルミニウムあるいはアルミニウムを主成分とする合金からなる第 2 のアルミニウム層を形成することが望ましい。前記温度範囲で第 2 のアルミニウム層を形成することにより、カバレッジがよく、さらに前記合金層を確実に形成できる。

【 0 0 3 6 】

前記アルミニウムを主成分とする合金としては、銅、シリコン、ゲルマニウム

、マグネシウム、コバルト、ベリリウムなどから選択される少なくとも1種との、2元あるいは3元以上の合金を例示することができる。

【0037】

前記ウェットング層は、チタン、コバルト、ジルコニウム、シリコン、ニオブから選択される材料から構成することができる。

【0038】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の好適な実施の形態について、図面を参照しながら説明する。

【0039】

(デバイスの構造)

図1および図2は、本実施の形態に係る半導体装置1000を模式的に示す断面図である。図1は、パッド部30Aが形成された領域を示し、図2は、パッド部30Aと同一工程で形成される配線層30Bを示す。

【0040】

半導体装置1000は、図1および図2に示すように、シリコン基板10上に、中間領域12が形成されている。この中間領域12上には、最上の層間絶縁層20が形成されている。最上の層間絶縁層上の20の所定領域には、パッド部30Aおよび配線層30Bが形成されている。さらに、層間絶縁層20およびパッド部30A、配線層30Bの表面には、パシベーション層40が形成されている。

【0041】

以下、各層について説明する。

【0042】

シリコン基板10、中間領域12：

シリコン基板10の表面には、MOSFET、バイポーラトランジスタなどの半導体素子、配線層および素子分離領域（図示せず）が形成されている。

【0043】

中間領域12は、図示しないが、半導体素子などが形成されたシリコン基板10上に、コンタクト層あるいはビアコンタクト層などの層間コンタクト層が形成

された層間絶縁層、および配線層が形成された絶縁層が1組以上積層された、公知の層構造を有する。

【0044】

本実施の形態では、第1層目の配線層で必要なバリア層（特に窒化物層）を含まないことが望ましいことから、層間絶縁層20およびパッド部30Aは、好ましくは2層目以上、より好ましくは最上層の層間絶縁層および配線層と同じ工程で形成されることが望ましい。

【0045】

最上の層間絶縁層20：

最上の層間絶縁層20は、3層のシリコン酸化層、つまり、下から順に、第3のシリコン酸化層20a、第1のシリコン酸化層20b、および第2のシリコン酸化層20cから構成されている。各層の製造方法については、後述する。

【0046】

第3の酸化シリコン層20aは、必要に応じて設けられ、ベース層として機能する。したがって、第3の酸化シリコン層20aは、比較的緻密な層から構成されることが望ましい。

【0047】

第1の酸化シリコン層20bは、シリコン化合物と過酸化水素との重縮合反応によって形成される。第1の酸化シリコン層20bは、前述したように、平坦性のよい層からなる。

【0048】

第2の酸化シリコン層20cは、不純物を含み、前述したように、界面ラフネスが大きい層からなる。

【0049】

層間絶縁層20は、少なくとも第1および第2の酸化シリコン層20b、20cを有すればよく、さらに他の絶縁層を含んでいてもよい。

【0050】

パッド部30A、配線層30B：

パッド部30Aおよび配線層30Bは、同じ層構造を有する。すなわち、パッ

ド部 30A および配線層 30B は、下から順に、ウェットング層 32 および金属配線層 37 を有する。さらに、金属配線層 37 は、合金層 34 および金属層 36 から構成される。

【0051】

ウェットング層 32 は、チタン、コバルト、ジルコニウム、シリコン、ニオブから選択される少なくとも 1 種の材料から構成される。ウェットング層 32 が存在することにより、図 2 に示すビアホール 22 の濡れ性がよくなる。その結果、ビアホール 22 内にカバレッジが良好で低抵抗の合金層 34 および金属層 36 からなるコンタクト部 38 を形成することができる。コンタクト部 38 は、配線層 30B と、それより下位の配線層（図示せず）とを所定領域で電氣的に接続している。

【0052】

合金層 34 は、ウェットング層 32 を構成する物質と、金属層 36 を構成する物質との反応物によって構成される。たとえば、ウェットング層 32 としてチタンを用い、金属配線層（金属層 36）としてアルミニウム層（アルミニウム層もしくはアルミニウム合金層）を用いた場合には、合金層 34 は主としてチタン-アルミニウム合金からなる。この合金層 34 は、主に金属層 36 の高温スパッタ時に形成される。したがって、合金層 34 の膜厚は、前記スパッタの温度、プロセスが終了するまでの 350℃ 以上の熱履歴、およびウェットング層の膜厚に依存するが、前記ウェットング層の膜厚に対して 2～3 倍であることが望ましい。たとえば、ウェットング層の膜厚が 15～80 nm である場合には、合金層の膜厚は 15～240 nm である。

【0053】

このようにウェットング層 32 と金属層 36 との間に合金層 34 が形成されることにより、層間絶縁層 20 側に供給されるウェットング層 32 の構成物質の量を相対的に減らすことができるため、ウェットング層 32 と層間絶縁層 20 との反応物、たとえば酸化チタンなどの生成量を少なくすることができる。したがって、層間絶縁層 20 とウェットング層 32 との境界近傍に、パッド部 30A の剥離の原因となる脆弱な層の形成を抑制することができ、パッド部 30A の層間絶

縁層 2 0 に対する密着性を高めることができる。

【 0 0 5 4 】

(デバイスの製造方法)

以下に、本発明の半導体装置の製造方法の一例を、図 1 および図 2 を参照して示す。

【 0 0 5 5 】

半導体素子および中間領域 1 2 の形成：

まず、まず公知の方法により、シリコン基板 1 0 の表面に、M O S F E T、バイポーラトランジスタなどの半導体素子、配線層および素子分離領域（図示せず）を形成する。

【 0 0 5 6 】

ついで、半導体素子などが形成されたシリコン基板 1 0 上に、コンタクト層などの層間コンタクト層が形成された層間絶縁層、および配線層が形成された絶縁層などを公知の方法により 1 組以上積層して、中間領域 1 2 を形成する。

【 0 0 5 7 】

層間絶縁層 2 0 の形成：

層間絶縁層 2 0 は、3 層のシリコン酸化層、つまり、下から順に、第 3 のシリコン酸化層 2 0 a、第 1 のシリコン酸化層 2 0 b、および第 2 のシリコン酸化層 2 0 c から構成されている。

【 0 0 5 8 】

a. 第 3 のシリコン酸化層 2 0 a の形成

まず、たとえば、テトラエトキシラン（T E O S）と酸素とを 3 0 0 ～ 5 0 0 ℃でプラズマ化学気相成長（C V D）法で反応させることにより、膜厚 1 0 0 ～ 2 0 0 n m の第 3 のシリコン酸化層 2 0 a が形成される。このシリコン酸化層 2 0 a は、カスピングがなく、緻密な層となる。

【 0 0 5 9 】

b. 第 1 のシリコン酸化層 2 0 b の形成

次に、好ましくは 2.5×10^2 P a 以下、より好ましくは $0.3 \times 10^2 \sim 2.0 \times 10^2$ P a の減圧下において、窒素ガスをキャリアとして、S i H₄ および

H_2O_2 をCVD法により反応させることにより、第1のシリコン酸化層20bを形成する。第1のシリコン酸化層20bは、少なくとも、下層の第3のシリコン酸化層20aの段差より大きい膜厚を有し、つまり該段差を十分にカバーする膜厚で成膜される。また、第1のシリコン酸化層20bの膜厚の上限は、該層中にクラックが生じない程度に設定される。具体的には、第1のシリコン酸化層20bの膜厚は、より良好な平坦性を得るために、下層の段差より厚いことが望ましく、好ましくは300～1000nmに設定される。

【0060】

第1のシリコン酸化層20bの成膜温度は、該層の成膜時の流動性に関与し、成膜温度が高いと層の流動性が低下して平坦性を損なうので、成膜時の温度は好ましくは0～20℃、より好ましくは0～10℃に設定される。

【0061】

また、 H_2O_2 の流量は特に制限されないが、例えば濃度は55～65体積%で、 SiH_4 の2倍以上の流量であることが好ましく、層の均一性並びにスループットの点から、例えばガス換算で100～1000SCCMの流量範囲に設定されることが望ましい。

【0062】

この工程で形成される第1のシリコン酸化層20bは、シラノールポリマーの状態にあり、流動性がよく、高い自己平坦化特性を有する。また、第1のシリコン酸化層20bは、多くの水酸基(—OH)を含むために吸湿性も高い状態にある。

【0063】

c. 第2のシリコン酸化層20cの形成

次に、チャンバ内で減圧下で30～120秒間放置し、第1のシリコン酸化層20b中の水分を多少除去した後、続けて、 SiH_4 、 PH_3 および N_2O の存在下において、温度300～450℃で200～600kHzの高周波数でプラズマCVD法によってガスを反応させることにより、膜厚100～600nmのPSG層(第2のシリコン酸化層)24が形成される。この第2のシリコン酸化層20cは、前記第1のシリコン酸化層20bの吸湿性が高いことを考慮して、前

記第1のシリコン酸化層20bの形成に続いて連続的に形成されるか、あるいは第1のシリコン酸化層20bが水分を含まない雰囲気中で保存された後に形成されることが望ましい。

【0064】

また、第2のシリコン酸化層20cは、後に行われるアニール処理によって記第1のシリコン酸化層20b中に含まれる水、水素などのガス化成分の脱離が容易かつ十分に行われることを考慮して、ポーラス（多孔性）であることが必要である。そのためには、第2のシリコン酸化層20cは、例えば温度が好ましくは450℃以下、より好ましくは300～400℃、好ましくは1MHz以下、より好ましくは200～600kHzのプラズマCVD法によって成膜され、かつリンなどの不純物を含むことが望ましい。第2のシリコン酸化層20cにこのような不純物が含まれることにより、第2のシリコン酸化層20cは、よりポーラスな状態となって層に対するストレスを緩和できるだけでなく、アルカリイオン等に対するゲッタリング効果も持ち合わせることができる。このような不純物の濃度は、ゲッタリング効果、耐ストレス性などの点を考慮して設定される。例えば、不純物がリンの場合には、2～6重量%の割合で含まれることが望ましい。

【0065】

また、プラズマCVDにおいて、酸素を含む化合物として N_2O を用いることにより、第1のシリコン酸化層20b中の水素ボンドの脱離が促進される。その結果、第1のシリコン酸化層20bに含まれる水分および水素などのガス化成分をより確実に除去することができる。

【0066】

この第2のシリコン酸化層20cの膜厚は、必要とされる層間絶縁層の厚みを調整する役割と、 N_2O プラズマが水素ボンドを脱離する機能を考慮して、好ましくは100nm以上、より好ましくは100～600nmに設定される。

【0067】

d. アニール処理

次に、窒素雰囲気中で、温度600～850℃でアニール処理を行う。このア

ニール処理によって、前記第 1 および第 2 のシリコン酸化層 2 0 b, 2 0 c は緻密化され、良好な絶縁性並びに耐水性を有する。すなわち、アニール温度を 6 0 0 ℃以上に設定することにより、第 1 のシリコン酸化層 2 0 b でのシラノールの縮重合反応がほぼ完全に行われ、該層中に含まれる水および水素が十分に放出されて緻密な層を形成することができる。また、アニール温度を 8 5 0 ℃以下に設定することにより、MOS トランジスタを構成するソース領域あるいはドレイン領域の拡散層にパンチスルーや接合リークなどの悪影響を与えることがなく、素子の微細化を達成することができる。

【 0 0 6 8 】

アニール処理においては、第 1 のシリコン酸化層 2 0 b に対する熱ひずみの影響を小さくするために、段階的にもしくは連続的にウエハの温度を上げる、ランピングアニールを行うことが望ましい。例えば、ウエハを約 4 0 0 ℃で保温した後、アニール温度（6 0 0 ～ 8 5 0 ℃）に昇温する場合、第 2 のシリコン酸化層 2 0 c の不純物濃度をかなり低くすることができる。例えば、不純物がリンの場合、可動性イオンのゲッタリング効果を別にして、リンの濃度が 2 重量％以下でも、第 1 のシリコン酸化層 2 0 b にクラックが生じないことを確認している。

【 0 0 6 9 】

e. CMP による平滑化

次いで、必要に応じて、層間絶縁層 2 0 を CMP 法によって所定の膜厚を研磨し、平滑化する。

【 0 0 7 0 】

ビアホールの形成：

次いで、 CHF_3 と CF_4 とを主ガスとした反応性イオンエッチャーで層間絶縁層 2 0 を選択的に異方性エッチングすることにより、ビアホール 2 2 が形成される（図 2 参照）。

【 0 0 7 1 】

脱ガス処理：

まず、脱ガス工程を含む熱処理について説明する。

【 0 0 7 2 】

ランプチャンバで、 1.5×10^{-4} Pa 以下のベース圧力、 $150 \sim 350^\circ\text{C}$ 、好ましくは $150 \sim 250^\circ\text{C}$ の温度で $30 \sim 60$ 秒間のランプ加熱（熱処理 A）を施す。次いで、別のチャンバで $1 \times 10^{-1} \sim 15 \times 10^{-1}$ Pa の圧力でアルゴンガスを導入し、 $150 \sim 550^\circ\text{C}$ の温度で、 $30 \sim 300$ 秒間の熱処理（脱ガス工程；熱処理 B）を行うことによって、脱ガス処理を行う。

【 0 0 7 3 】

この工程においては、まず、熱処理 A において、主として、ウエハの裏面および側面を含むウエハ全体を加熱処理することにより、ウエハに付着している水分などを除去できる。

【 0 0 7 4 】

さらに、熱処理 B において、主として、層間絶縁層 20 中のガス化成分（O，H， H_2O ，N）を除去することができる。その結果、次工程のウェットング層およびアルミニウム層（金属配線層）の形成時に、層間絶縁層 20 からのガス化成分の発生が防止できる。

【 0 0 7 5 】

本実施の形態においては、ウェットング層 32、例えば Ti 膜は数原子%のガス化成分（O，H， H_2O ，N）を固溶することから、この層を形成する前に、層間絶縁層 20 中のガス化成分を除去することが、ビアホール 22 内でのアルミニウム層の成膜を良好に行う上で、極めて有効である。ウェットング層の下位の層間絶縁層 20 中のガス化成分を十分に除去しておかないと、ウェットング層の形成時に、層間絶縁層 20 中のガス化成分が放出され、このガスがウェットング層中に取り込まれる。さらに、このガスがアルミニウム層の成膜時にウェットング層から離脱してウェットング層とアルミニウム層との界面に出てくるため、アルミニウム層の密着性や流動性に悪影響を与える。

【 0 0 7 6 】

ウェットング層の成膜：

スパッタ法により、ウェットング層 32 として、例えばチタン層を $20 \sim 70$ nm の膜厚で形成する。スパッタの温度は、好ましくは 100°C 以下、より好ましくは 25°C 以下である。

【 0 0 7 7 】

ウェット層 3 2 の形成方法は、ビアホール 2 2 でのアルミニウム層の埋込に影響を与える。その理由は、以下のようなものである。ビアホール 2 2 内に形成される第 2 のアルミニウム層 3 6 b は、4 2 0 ~ 4 6 0 ° C の高い温度でスパッタによって成膜される。その際に、ビアホールの上部でのウェット層が厚いと、ウェット層を構成する物質とアルミニウムとが反応して両者の化合物あるいは合金（例えば、ウェット層がチタンからなるときは、アルミニウム-チタン合金）が形成されて、ビアホールの上端部がこの化合物あるいは合金によって塞がれ、いわゆるピンチオフの状態を発生する。このピンチオフ状態では、第 2 のアルミニウム層の成膜中にビアホールの内部へのアルミニウムの流動が阻害されて、アルミニウム層にボイドが発生しやすい。

【 0 0 7 8 】

このようなボイドの発生を防止するには、ウェット層 3 2 の膜厚は、ビアホール 2 2 のボトムおよびその付近では厚く、それ以外のビアホール 2 2 の上端部および側壁部では薄く形成されることが望ましい。このように膜厚が制御されたウェット層 3 2 を形成するには、コリメータスパッタ法やロングスロースパッタ法を採用することが好ましい。本願発明者によれば、これらの方法によってウェット層を形成することによって、口径が 0 . 2 μ m でアスペクト比が 3 以上（3 ~ 6）のビアホールで、ピンチオフおよびボイドの発生がなく、良好なアルミニウム層の成膜ができることを確認している。

【 0 0 7 9 】

アルミニウム層の成膜前の熱処理：

まず、ウェハの冷却を行う前に、ランプチャンバ内において、 1×10^{-4} Pa 以下のベース圧力、1 5 0 ~ 2 5 0 ° C の温度で 3 0 ~ 6 0 秒間の熱処理（熱処理 F）を行い、基板に付着した水などの物質を除去する。

【 0 0 8 0 】

アルミニウム層の成膜前のウェハの冷却：

アルミニウム層を成膜する前に、基板温度を 1 0 0 ° C 以下、好ましくは常温 ~ 5 0 ° C の温度に下げる。この冷却工程は、ウェット層 3 2 のスパッタ時に上

昇した基板温度を下げるために重要なものである。

【 0 0 8 1 】

このようにウエハの冷却を行うことにより、第 1 のアルミニウム層 3 6 a を成膜する際に、層間絶縁層 2 0 およびウェットング層 3 2、さらにウエハ全面から放出されるガス量を極力少なくすることができる。その結果、ウェットング層 3 2 と第 1 のアルミニウム層 3 6 a との界面に吸着する、カバレッジ性や密着性に有害なガスの影響を防ぐことができる。

【 0 0 8 2 】

この冷却工程は、アルミニウム層を成膜するための同一の構成のチャンバを複数有するスパッタ装置を兼用して行われることが望ましい。例えばスパッタ装置内における水冷機能を有するステージ上に基板を載置して該基板温度を所定温度まで下げることが望ましい。

【 0 0 8 3 】

アルミニウム層の成膜：

まず、200℃以下、より好ましくは30～100℃の温度で、0.2～1.0重量%の銅を含むアルミニウムを膜厚150～300nmでスパッタによって高速度で成膜し、第1のアルミニウム層36aが形成される。続いて、同一チャンバ内で基板温度420～460℃に加熱して、同様に銅を含むアルミニウムをスパッタにより低速度で成膜し、膜厚300～600nmの第2のアルミニウム層36bが形成される。ここで、アルミニウム層の成膜において、「高速度」とは、成膜条件や製造されるデバイスの設計事項によって一概に規定できないが、おおよそ10nm/秒以上のスパッタ速度を意味し、「低速度」とは、おおよそ3nm/秒以下のスパッタ速度を意味する。

【 0 0 8 4 】

アルミニウムのスパッタは、アルミニウム層を成膜する前に行ったウエハの冷却の際に用いられたスパッタ装置内で行われる。このように、同一の装置内で冷却工程およびアルミニウムの成膜の工程を行うことにより、基板の移動、設置の工程の減少が図られ、その結果、工程の簡便化および基板の汚染を防止することができる。

【 0 0 8 5 】

同一チャンバ内で第 1 のアルミニウム層 3 6 a および第 2 のアルミニウム層 3 6 b を連続的に成膜することにより、温度およびパワーの制御を厳密に行うことができ、従来よりも低温でかつ安定したアルミニウム層を効率よく形成することが可能となる。

【 0 0 8 6 】

前記第 1 のアルミニウム層 3 6 a の膜厚は、良好なステップカバレッジで連続層を形成することができること、並びに該アルミニウム層 3 6 a より下層のウェットング層 3 2 および層間絶縁層 2 0 からのガス化成分の放出を抑制できることなどを考慮して、適正な範囲が選択され、例えば 2 0 0 ~ 4 0 0 n m が望ましい。また、第 2 のアルミニウム層 3 6 b は、ビアホール 2 2 の大きさ並びにそのアスペクト比などによって決定され、例えばアスペクト比が 3 程度で 0. 5 μ m 以下のホールを埋めるためには、3 0 0 ~ 1 0 0 0 n m の膜厚が必要である。

【 0 0 8 7 】

反射防止層の成膜：

さらに、別のスパッタチャンバで、スパッタにより T i N を堆積することにより、膜厚 3 0 ~ 8 0 n m の反射防止層（図示せず）が形成される。その後、C l₂ と B C l₃ のガスを主体とする異方性ドライエッチャーで前記ウェットング層 3 2、第 1 のアルミニウム層 3 6 a、第 2 のアルミニウム層 3 6 b および反射防止層からなる堆積層を選択的にエッチングして、パッド部 3 0 A および配線層 3 0 B のパターニングを行う。

【 0 0 8 8 】

パッシベーション層の成膜：

公知の方法でパッシベーション層 4 0 を形成する。そして、パッド部の所定領域が露出するように、パッシベーション層 4 0 に開口部 4 2 を形成する。

【 0 0 8 9 】

（実験例）

以下、本実施の形態に係る半導体装置について行った実験結果について述べる。実験で用いられたサンプルは、以下のようである。

【 0 0 9 0 】

(a) 本実施の形態のサンプル

シリコン基板上に、層間絶縁層 2 0 としてのシリコン酸化層、ウェットング層 3 2 としての膜厚 4 5 n m のチタン層、および金属配線層 3 7 としての膜厚 5 5 0 n m のアルミニウム層が積層されたものである。金属配線層 3 7 は、1 0 0 °C のスパッタ温度で成膜された第 1 のアルミニウム層と、4 6 0 °C のスパッタ温度で成膜された第 2 のアルミニウム層からなる。このサンプルにおける合金層 3 4 の膜厚は、およそ 1 0 0 n m であった。

【 0 0 9 1 】

層間絶縁層 2 0 を構成するシリコン酸化層は、以下の膜厚および材料を用いた 3 層構造を有する。

【 0 0 9 2 】

第 3 のシリコン酸化層；膜厚 1 0 0 n m、T E O S、酸素を用いたプラズマ C V D 層

第 1 のシリコン酸化層；膜厚 5 0 0 n m、モノシラン、過酸化水素を用いた C V D 層

第 2 のシリコン酸化層；膜厚 3 0 0 n m、モノシラン、P H ₃、N₂O を用いたプラズマ C V D 層

(b) 比較用サンプル

比較用サンプルは、本実施の形態のサンプルの酸化シリコン層の代わりに T E O S を用いたプラズマ C V D 層を用い、かつ、ウェットング層とアルミニウム層との間に 1 0 0 n m の窒化チタン層を有するものである。このサンプルにおいては、合金層がほとんど形成されていないことを確認した。

【 0 0 9 3 】

(1) 電子線エネルギー損失分光 (E E L S) 分析

E E L S 分析によって、層間絶縁層 2 0 とパッド部 3 0 のウェットング層 3 2 との界面のスペクトルを求めた。その結果を図 3 に示す。図 3 において、横軸はエネルギー損失を示し、縦軸はフォトダイオードのカウント数を示す。また、図 3 において、符号「a」で示すスペクトルは、本実施の形態のサンプルのもので

あり、符号「b」で示すスペクトルは、比較用サンプルのものである。

【0094】

図3において、本実施の形態のサンプルのスペクトル「a」では、 $Ti-2P_{3/2}$ より低エネルギー側（444 keV付近）に、比較用サンプルのスペクトル「b」ではみられないピークP1が存在する。このピークはシリコンに由来するものと考えられる。

【0095】

このように、本実施の形態の半導体装置では、ほぼチタンのピーク位置にシリコンのピークが存在することから、チタンとシリコンとの反応層（チタンシリサイド層）が存在すると推測される。そして、ウェットング層32と層間絶縁層20との間に密着性の高いシリサイド層が存在することで、両者は強固に接合されていると考えられる。

【0096】

（2）界面のラフネス

本実施の形態のサンプルおよび比較用サンプルについて、透過型電子顕微鏡（TEM）により断面を解析した。その結果、本実施の形態のサンプルにおける、ウェットング層32と層間絶縁層20との界面（チタン層／第2のシリコン酸化層）のラフネスは、比較用サンプルにおけるウェットング層と層間絶縁層との界面（チタン層／TEOSを用いたシリコン酸化層）のラフネスに比べて約5倍であることがわかった。ここで、界面のラフネスは、界面の凹凸の高さをいう。具体的には、本実施の形態のサンプルでの界面のラフネスは約5 nmであったのに対し、比較用サンプルでの界面のラフネスは約1 nmであった。

【0097】

（3）ボンディング強度（剥離強度）

本実施の形態のサンプルおよび比較用サンプルについて、以下の方法で剥離強度を調べた。

【0098】

（a）先端がダイヤモンドで構成されたペンを所定の高さ（2～3 cm）からサンプルの表面に落下させる。

【0099】

(b) サンプルの表面に粘着テープを貼り、その後この粘着テープを剥離する。

【0100】

(c) サンプルの表面を顕微鏡によって観察し、ウェットング層の剥離状態を調べる。図4 (a), (b) は、顕微鏡写真を元にサンプルの表面状態を示した図である。

【0101】

図4 (a) は、本実施の形態のサンプルにおける表面状態の図である。この図から、本実施の形態のサンプルでは、ペンの落下による破壊箇所100Aが観察されるが、ウェットング層の膜剥がれはみられなかった。

【0102】

図4 (b) は、比較用サンプルにおける表面状態の図である。この図から、比較用サンプルでは、ペンの落下による破壊箇所100Aとともに、ウェットング層の剥離箇所100Bが観察された。

【0103】

本実施の形態においては、特に以下の特徴を有する。

【0104】

(a) 第1のシリコン酸化層20b上に、第2のシリコン酸化層20cを形成することにより、層間絶縁層20とウェットング層32との密着性を高め、パッド部30Aの機械的強度を大きくできる。すなわち、第2の酸化シリコン層20cは、微視的に表面のラフネス（界面ラフネス）が大きく、ウェットング層32との接触面積を大きくできる。その結果、層間絶縁層20とウェットング層32との密着性を高めることができる。

【0105】

第2のシリコン酸化層20cは、キャップ層として機能するだけでなく、第1のシリコン酸化層20bに比べて多孔性であって、製造プロセスのアニール処理において、第1のシリコン酸化層20bから発生するガス成分を効果的に外部に放出できる。さらに、この第2のシリコン酸化層20cは、リン、ボロンなどの

不純物を含むことにより、適度に柔らかく割れにくい層を構成でき、層間絶縁層 20 に外力が加わったときにその応力を緩和できる。

【0106】

(b) 第1のシリコン酸化層 20b は、シリコン化合物と過酸化水素との反応によって形成される、シラノールを含む反応生成物が高い流動性を有するため、ウエハ表面の凹凸がこれらの層を形成した時点で高度に平坦化され、平坦性の優れた層間絶縁層 20 を得ることができる。

【0107】

(c) 金属配線層 37 は、ウェットング層 32 と接する合金層 34 を有する。この合金層 34 は、ウェットング層 32 を構成する物質と金属層 36 を構成する物質との合金からなる。この合金層 34 が存在することによって、ウェットング層 34 の構成物質が合金層 34 の生成に用いられるので、層間絶縁層 20 側に供給されるウェットング層 32 の構成物質の量を相対的に減らすことができる。その結果、ウェットング層 32 の構成物質と層間絶縁層 20 の構成物質との反応物、たとえば酸化チタンからなる脆弱な層の形成を抑制することができる。この点からも、パッド部 30A の層間絶縁層 20 に対する密着性を高めることができる。

【0108】

(d) 層間絶縁層 20 およびパッド部 30A は、第2層目以上のものを用いることにより、ウェットング層と金属配線層との間にバリア機能を有する窒化物層（たとえば窒化チタン層）を有さない。パッド部 30A が窒化物層を有さないことにより、ウェットング層 32 を構成する物質と金属層 37 を構成する物質との反応が阻害されずに、両者の合金層（チタン-アルミニウム合金層）が形成されやすくなる。その結果、上記 (c) の効果をより確実に達成できる。

【0109】

(他の実施の形態)

本発明は上記実施の形態に限定されず、その一部を以下の手段で置き換えることができる。

【0110】

(a) 前記実施の形態においては、第2のシリコン酸化層20cのプラズマCVDによる成膜時に、酸素を含む化合物として一酸化二窒素を用いたが、その代わりにオゾンを用いることもできる。そして、第2のシリコン酸化層20cを形成する前に、ウエハをオゾン雰囲気中にさらすことが望ましい。

【0111】

このように一酸化二窒素の代わりにオゾンを用いることにより、常圧CVDによってTEOSによるシリコン酸化層を形成することができる。

【0112】

また、オゾン雰囲気中にウエハWをさらすことにより、熱脱離スペクトル(TDS)および赤外分光法(FTIR)によって、第1のシリコン酸化層20bは吸湿性や水分が十分少ないこと、反応ガスとして一酸化二窒素を用いた場合と同様に層間絶縁層の平坦性およびMOSトランジスタの特性が良好であること、および第1のシリコン酸化層20bにクラックが発生しないことが確認された。

【0113】

(b) 前記実施の形態では、第3のシリコン酸化層20aとして、プラズマCVDによるTEOSを用いたシリコン酸化層を用いたが、これに代わり他のシリコン酸化層を用いてもよい。例えば、このような第3のシリコン酸化層として、モノシランと一酸化二窒素を用いた減圧熱CVD法によって形成した層でもよい。このシリコン酸化層は、下層のシリコン基板の表面形状に忠実に成膜され、カバレッジ性がよいだけでなく、緻密であるのでパッシベーション機能が高く、さらにアニール処理において急激に昇温しても第1のシリコン酸化層20bにクラックが発生しにくい。また、熱CVD法を用いるため、プラズマダメージがない利点がある。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明に係る半導体装置の一例を模式的に示す断面図である。

【図2】

本発明に係る半導体装置の一例を模式的に示す断面図である。

【図3】

本発明に係る半導体装置のサンプルおよび比較用サンプルについて求めた、電子線エネルギー損失分光分析のスペクトルを示す図である。

【図 4】

(a) および (b) は、本発明に係る半導体装置のサンプルおよび比較用サンプルについて求めた剥離試験の結果を示す図である。

【図 5】

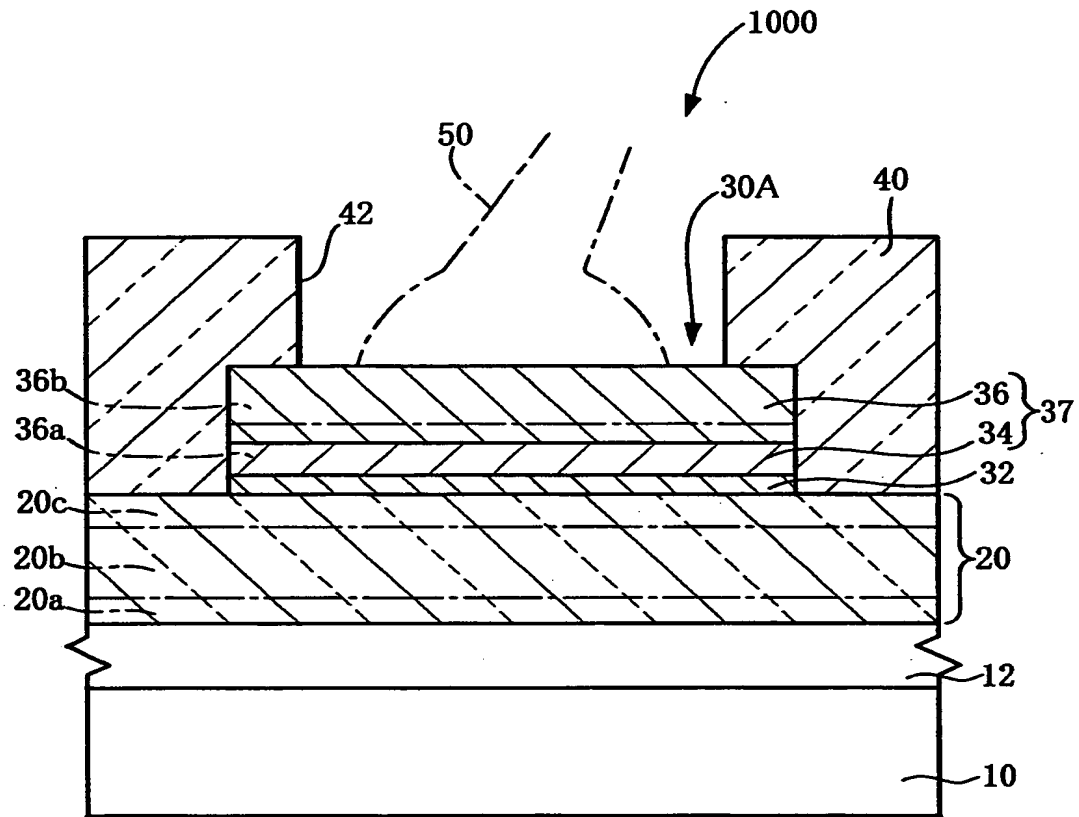
従来の半導体装置の一例を模式的に示す断面図である。

【符号の説明】

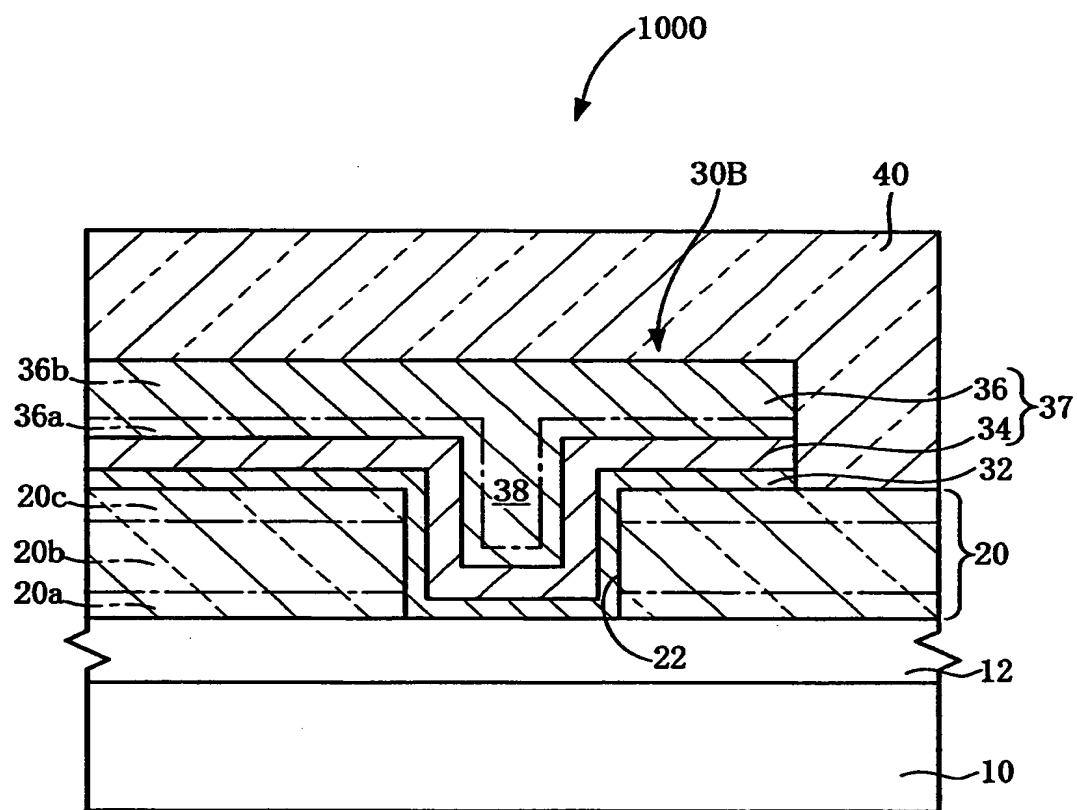
- 1 0 シリコン基板
- 1 2 中間領域
- 2 0 層間絶縁層
- 2 0 a 第 3 のシリコン酸化層
- 2 0 b 第 1 のシリコン酸化層
- 2 0 c 第 2 のシリコン酸化層
- 3 0 A パッド部
- 3 0 B 配線層
- 3 2 ウェットング層
- 3 4 合金層
- 3 6 金属層
- 3 6 a 第 1 のアルミニウム層
- 3 6 b 第 2 のアルミニウム層
- 3 7 金属配線層
- 4 0 パッシベーション層

【書類名】 図面

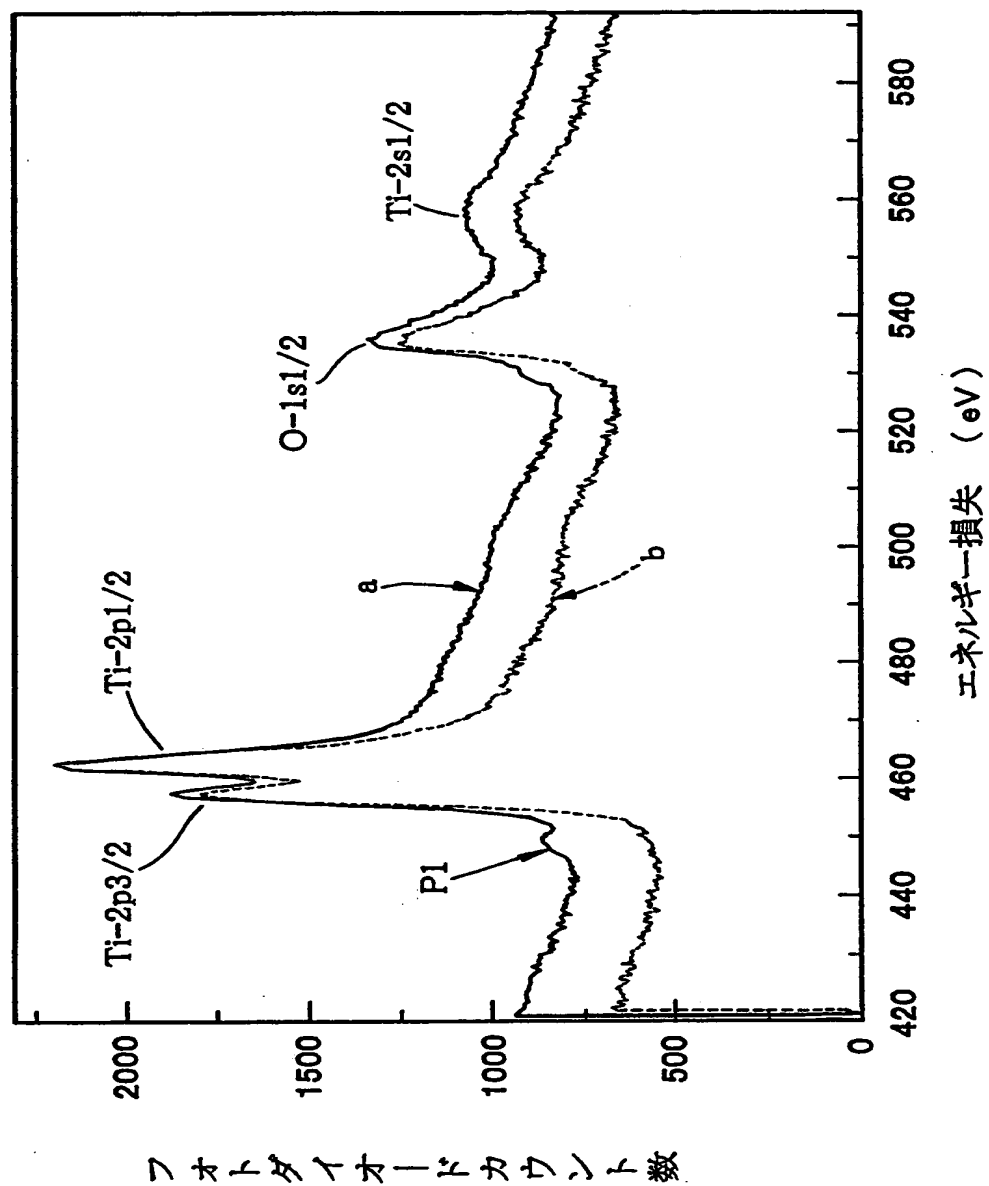
【図 1】



【図2】

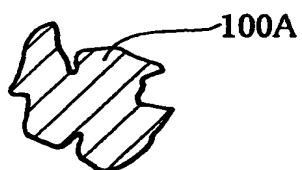


【図3】

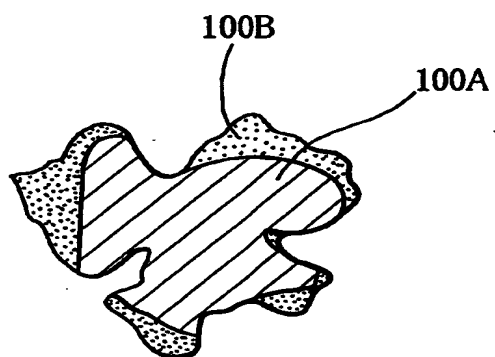


【図 4】

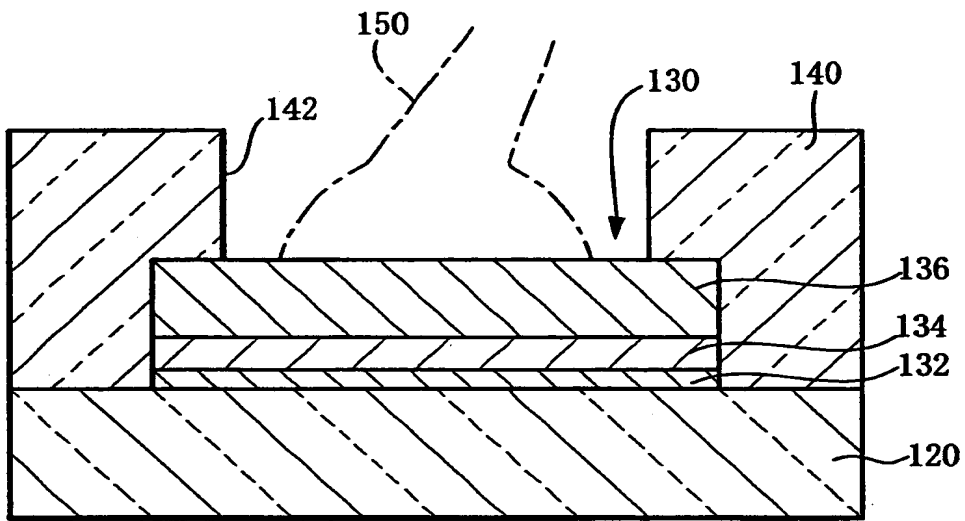
(a)



(b)



【図 5】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 層間絶縁層との密着性が優れたパッド部を有する半導体装置およびその製造方法を提供する。

【解決手段】 半導体装置 1 0 0 0 は、層間絶縁層 2 0 上にパッド部 3 0 A を有する。層間絶縁層 3 0 A は、少なくとも、シリコン化合物と過酸化水素との重縮合反応によって形成された第 1 のシリコン酸化層 2 0 b と、第 1 のシリコン酸化層の上に形成され、不純物を含有する第 2 のシリコン酸化層 2 0 c と、を有する。パッド部 3 0 A は、ウェット層 3 2 と、合金層 3 4 と、金属配線層 3 7 とを有する。

【選択図】 図 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000002369]

1. 変更年月日	1990年 8月20日
[変更理由]	新規登録
住 所	東京都新宿区西新宿2丁目4番1号
氏 名	セイコーエプソン株式会社